动 物 学 研 究 2002, Feb. 23 (1): 44~48 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

# 北草蜥主要贮能部位水分含量和能值的变化

许雪峰，吴义莲，欧永跃
（滁州师范专科学校 化学生物系，安徽 滁州 239012，wls8772@mail hf.ah.cn）

**摘要**：研究了安徽滁州北草蜥（*Takydromus septentrionalis*）成体在2000年3~9月份主要贮能部位水分含量和能值的变化：①躯干、肝脏水分含量两性差异显著，尾部水分含量两性差异不显著；躯干、尾、肝脏水分含量月间差异显著。②雄性成体的躯干、脱脂躯干、尾和脱脂尾能值显著高于雌性成体，肝脏能值显著低于雌性成体；躯干、尾、肝脏、腹脂肪体能值月间差异显著。结果分析表明，北草蜥躯干、尾、肝脏及腹脂肪体能值的季节变化与繁殖和冬眠密切相关。

**关键词**：北草蜥；贮能部位；水分含量；能值
**中图分类号**：Q959.62；Q493.8 **文献标识码**：A **文章编号**：0254-5853(2002)01-0044-05

# Water and Energy Content Variation of the Major Energy Reserves in Adult Grass Lizards, *Takydromus septentrionalis*

XU Xue-feng, WU Yi-lian, OU Yong-yue
(*Department of Biochemistry, Chuzhou Normal College, Chuzhou* 239012, *China*, *wls8772@mail.hf.ah.cn*)

**Abstract**: The variation of water and energy contents in the Major Energy Reserves were studied in adult grass lizards (*Takydromus septentrionalis*) from March to September, 2000, which collected month by month from Langyashan Mountain, Chuzhou, Anhui, Eastern China. Males and females differed in water contents of tail-free carcass and liver. There were significant monthly changes in water contents and energy contents of tail-free carcass, tail and liver in both males and females. Significant monthly changes in energy contents of fat bodies were also found in both sexes. Energy contents of tail-free carcass (including lean tail-free carcass), tail (including lean tail) were all higher in males than in females, but those of liver lower in males than in females. The results indicated that seasonal variation in the major energy reserves were correlated with the reproduction and winter hibernation.

**Key words**: *Takydromus septentrionalis*; Energy reserve; Water content; Energy content

爬行动物将脂肪和碳水化合物等贮存在身体的一些特定部位中，如许多蜥蜴能在腹脂肪体、躯干和肝脏等部位贮存脂肪，以用于维持繁殖和越冬。国外作者报道了爬行动物身体重量和一些主要身体组分的季节变化（Selcer, 1987; Telford, 1970），他们对脂肪体和肝脏的季节变化比较重视。已有研究表明蜥蜴脂肪贮存部位的相对重要性因种而异：中国石龙子（*Eumeces chinensis*）的腹脂肪体和尾部脂肪贮存量大、贮存和动用活跃，是该动物最主要的脂肪贮存部位（计翔等，1994；吴义莲和许雪峰，2000）；多疣壁虎（*Gekko japonicus*）无可见的腹脂肪体，躯干、肝脏、尤其尾部为主要的脂肪贮存部位，其中脂肪的贮存和动用与越冬和繁殖有关（Ji & Wang, 1990；计翔，1993）；北草蜥（*Takydromus septentrionalis*）脂肪的主要贮存部位为腹脂肪体、肝脏、尾及躯干，冬眠前后这些部位的能值差异显著（吴义莲和许雪峰，2000，2001）；侧斑美洲鬣蜥（*Uta stansburiana*）脂肪体内脂肪主要用于第1窝卵的生成（Hahn & Tinkle, 1965）；

收稿日期：2001-05-08；接受日期：2001-08-28
基金项目：安徽省教育厅自然科学基金资助项目

北美艾灌蜥(*Sceloporus graciosus*)脂肪体内脂肪部分用于越冬,其余部分及其他部位贮存的脂肪用于卵的生成,脂肪体内脂肪的动用快于尾部(Derickson, 1974)。Derickson(1976)将蜥蜴体内脂肪(或油)的贮存和动用划分为4种类型,包括:①无周期性;②与冬眠有关;③与冬眠和繁殖有关;④与繁殖有关。多疣壁虎体内脂肪的贮存和动用属于第3种类型(Ji & Wang,1990),即与冬眠和繁殖有关。然而 Cheng(1988)认为,台湾3种蜥蜴脂肪(或油)的贮存和动用不同于 Derickson(1976)提出的4种类型。

北草蜥是年产多窝卵、季节性繁殖的昼行性有鳞类爬行动物，是安徽蜥蜴区系组成的重要成分(陈壁辉，1991)。滁州地区北草蜥一般在10月中下旬，气温持续在13℃以下时，陆续进入冬眠。翌年3月下旬~4月上旬出眠，5~8月为产卵期。有关北草蜥主要贮能部位的研究表明：腹脂肪体、尾、肝脏及躯干为其主要贮能部位，且越冬期这些部位的能量动用显著（吴义莲和许雪峰，2001）。本文报道安徽滁州北草蜥主要贮能部位的季节变化，旨在揭示：①北草蜥主要贮能部位水分含量的变化；②主要贮能部位能值的变化及其与繁殖和冬眠的关系。

## 1　材料和方法

研究用北草蜥成体于2000年3~9月逐月捕自安徽滁州琅琊山,捕回的动物置实验室冰冻保存。化解动物,测量、称重、鉴定性别、记录断尾情况后立即解剖。测量数据包括:体长(snout-vent length, SVL)为吻端至泄殖腔的间距,尾长(tail length)为泄殖腔至尾末端的距离。动物被解剖分离为躯干、尾、肝脏和腹脂肪体4部分,经分析天平称重(0.0001 g)后,在65℃烘箱中烘干至恒重;材料的一部分(除腹脂肪体)以分析纯乙醚作为抽提溶剂,用索氏脂肪抽提仪在55℃抽提脂肪至少5.5 h;另一部分材料、抽

**表1　不同月份北草蜥成体的体长和体重**

**Table 1　Snout-vent length and body mass of adult *T. septentrionalis* in different months**

| 月份 Month | 样本数 No. of samples (ind.) | 性比 Sex ratio (♂♂/♀♀) | 体长 Snout-vent length (mm) 平均值 $\bar{X}$ | 标准误 SE | 范围 Range | 体重 Body mass (g) 平均值 $\bar{X}$ | 标准误 SE | 范围 Range |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 27 | 16/11 | 69.35 | 0.70 | 57.08~79.96 | 6.78 | 0.27 | 3.64~11.08 |
| 4 | 31 | 19/12 | 69.15 | 0.86 | 57.00~77.88 | 6.77 | 0.28 | 2.98~9.81 |
| 5 | 18 | 7/11 | 66.43 | 1.16 | 55.90~72.91 | 5.81 | 0.35 | 2.94~8.89 |
| 6 | 27 | 9/18 | 64.88 | 1.32 | 55.44~75.42 | 5.44 | 0.36 | 2.98~8.72 |
| 7 | 18 | 10/8 | 64.28 | 0.86 | 60.17~73.49 | 5.27 | 0.21 | 3.46~6.77 |
| 8 | 29 | 12/17 | 68.88 | 0.52 | 64.73~74.88 | 6.18 | 0.16 | 4.38~7.43 |
| 9 | 21 | 11/10 | 70.06 | 0.58 | 65.58~74.99 | 6.88 | 0.21 | 5.04~8.66 |

**表2　北草蜥主要贮能部位水分含量及能值双因子 ANCOVA 或 ANOVA 的 *F* 值**

**Table 2　*F* values of two-factor ANCOVA or ANOVA for the water contents and energy contents of major energy reserves in *T. septentrionalis***

| 变量 Variable | *F* 性别 Sex | 月份 Month | 性别-月份 Sex-month |
|---|---|---|---|
| 水分含量 Water content | | | |
| 躯干 Tail-free carcass | 6.01* F>M | 7.16**** | 2.64* |
| 尾 Tail | 1.91NS | 17.23**** | 1.39NS |
| 肝脏 Liver | 8.00** M>F | 14.77**** | 1.48NS |
| 能值 Energy | | | |
| 躯干 Tail-free carcass | 147.91**** M>F | 9.36**** | 1.55NS |
| 脱脂躯干 Lean tail-free carcass | 132.27**** M>F | 6.45**** | 1.84NS |
| 尾 Tail | 19.58**** M>F | 6.96**** | 1.32NS |
| 脱脂尾 Lean tail | 46.29**** M>F | 2.81* | 1.04NS |
| 肝脏 Liver | 10.03** F>M | 8.07**** | 2.07NS |
| 脱脂肝脏 Lean liver | 1.90NS | 3.27** | 2.20NS |
| 腹脂肪体 Abdominal fat-body | 0.15NS | 19.24**** | 0.87NS |

NS $P>0.05$, * $P<0.05$, ** $P<0.01$, **** $P<0.0001$; F: 雌体 (Female); M: 雄体 (Male)。

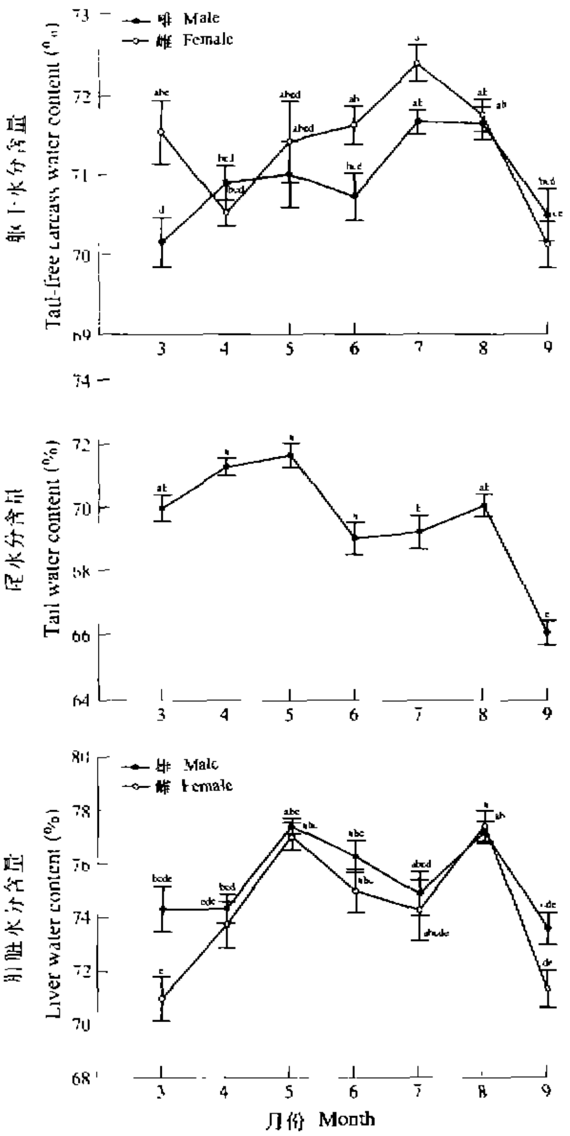



图 1 北草蜥躯干、尾和肝脏水分含量的变化

Fig. 1 Variation of water contents in tail-free carcass, tail and liver of *T. septentrionalis*

数据用平均值 ± 标准误表示，不同上标的平均值之间差异显著(Tukey's 检验，α = 0.05)。

Data are expressed as mean ± *SE*. Means with different superscripts are statistically different (Tukey's test, α = 0.05).

提得到的脂肪以及腹脂肪体用长沙仪器厂生产的 GR－3500 氧弹式量热计测定能值。有 16 只北草蜥断尾程度较高，对计算尾部能值有明显的影响，故对应数据不用于进一步的统计分析。

所有数据在作进一步统计检验前，用 Kolmogorov-Smirnov 和 Bartlett (Statistica 统计软件包)分别检验正态性和方差的同质性。经检验，部分原始数据需经 Ln 转换或 ASIN 转换才符合参数统计的条件。用双因子(two-factor) ANCOVA 或 ANOVA 和 Post-hoc 比较(Tukey's 检验)处理相应的数据。文中涉及的 ANCOVA 均以 SVL 为协变量，在进行 ANCOVA 前比较斜率的均一性。描述性统计值用平均值、标准误和范围表示。显著性水平设置为 α = 0.05。

## 2 结 果

不同月份北草蜥成体的体长和体重见表 1。

### 2.1 水分含量变化

北草蜥躯干、肝脏水分含量雌雄两性差异显著，尾部水分含量两性差异不显著；躯干、尾、肝脏水分含量月间差异显著(表 2)。Tukey's 检验显示：雌体 7 月份躯干水分含量显著高于 4、9 月份，雄体 7、8 月份显著高于 3 月份；9 月份尾部水分含量显著低于 3～8 月份；雌体 8 月份肝脏水分含量显著高于 3、4、9 月份，雄体 8 月份显著高于 9 月份(图 1)。

### 2.2 能值变化

北草蜥雌、雄体 3～9 月份的躯干、脱脂躯干、尾、脱脂尾的能值均与 SVL 呈显著的正相关(所有 $P < 0.01$)。双因子 ANCOVA 显示：躯干、脱脂躯干、尾和脱脂尾能值的两性差异及月间差异均显著，但相应能值不存在性别和月份的交互影响(表 2)。Tukey's 检验显示：雌体 9 月份躯干、脱脂躯干能值显著高于 5、6、8 月份；雄体 9 月份躯干能值显著高于 4～8 月份，脱脂躯干能值显著高于 4、5、7 月份(图 2)。雌体 9 月份尾能值显著高于 3、5、8 月份，雄体 9 月份尾能值显著高于 3～8 月份，但雌、雄个体脱脂尾能值的月间差异均不显著(图 3)。

北草蜥雌、雄体 3～9 月份的肝脏、脱脂肝脏以及腹脂肪体的能值均与 SVL 无显著的相关性(所有 $P > 0.05$)。双因子 ANVOA 显示：肝脏能值的两性差异和月间差异均显著；脱脂肝脏、腹脂肪体能值的两性差异不显著，但月间差异显著(表 2)。Tukey's 检验显示：雌体 3、9 月份的肝脏能值显著高于 5、6、8 月份，雄体 9 月份肝脏能值显著高于 4～8 月份；6 月份脱脂肝脏能值低于其他各月份，并显著低于 3、9 月份(图 4)。9 月份腹脂肪体能值显著高于 3～8 月份，5 月份最低(图 5)。

## 3 讨 论

北草蜥躯干、尾、肝脏水分含量显示明显的月间差异，在繁殖期 (5～8 月份) 上述各部位水分含量较高，而繁殖期后 (9 月份) 较低，这与夜行性的多疣壁虎主要身体部分的水分含量全年大致保持

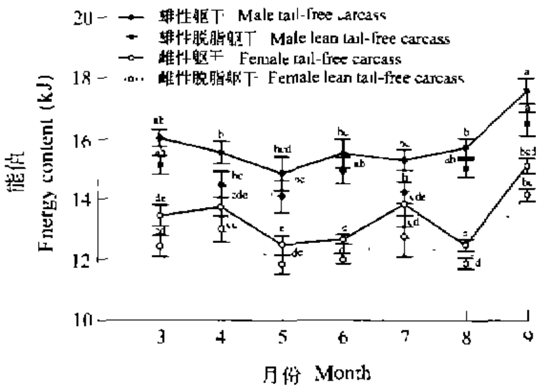



图 2　北草蜥躯干能值、脱脂躯干能值的变化

Fig.2　Variation of energy contents in tail-free carcass and lean tail-free carcass of *T. septentrionalis*

数据用矫正平均值±标准误表示。不同上标的平均值之间差异显著(Tukey's 检验，α=0.05)。

Data are expressed as adjusted mean ± *SE*. Means with different superscripts are statistically different (Tukey's test, α=0.05).

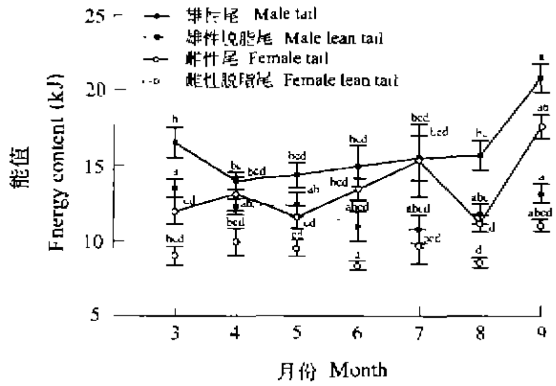



图 3　北草蜥尾能值、脱脂尾能值的变化

Fig.3　Variation of energy contents in tail and lean tail of *T. septentrionalis*

数据用矫正平均值±标准误表示，不同上标的平均值之间差异显著(Tukey's 检验，α=0.05)。

Data are expressed as adjusted mean ± *SE*. Means with different superscripts are statistically different (Tukey's test, α=0.05).

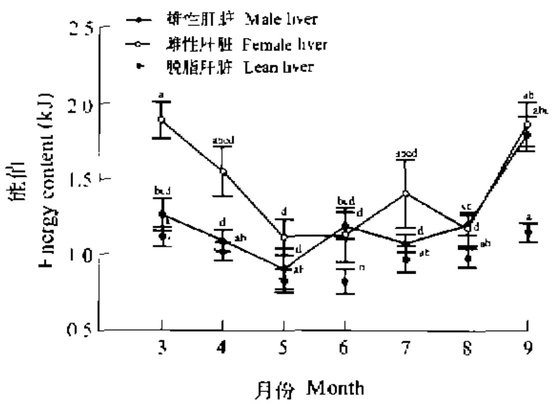



图 4　北草蜥肝脏能值、脱脂肝脏能值的变化

Fig.4　Variation of energy contents in liver and lean liver of *T. septentrionalis*

数据用平均值±标准误表示。不同上标的平均值之间差异显著(Tukey's 检验，α=0.05)。

Data are expressed as mean ± *SE*. Means with different superscripts are statistically different (Tukey's test, α=0.05).

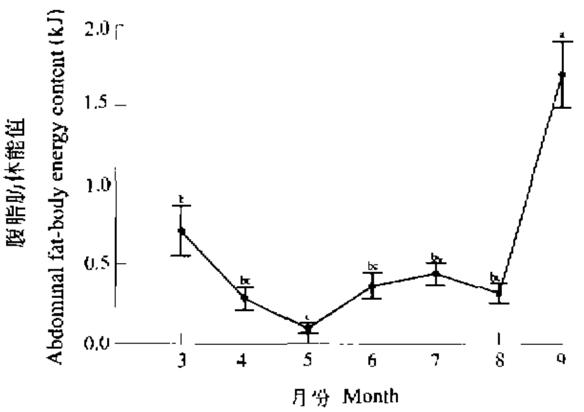



图 5　北草蜥腹脂肪体能值的变化

Fig.5　Variation of energy contents in abdominal fat-body of *T. septentrionalis*

数据用平均值±标准误表示。不同上标的平均值之间差异显著(Tukey's 检验，α=0.05)。

Data are expressed as mean ± *SE*. Means with different superscripts are statistically different (Tukey's test, α=0.05).

恒定不同(计翔，1993)。

北草蜥体内贮能取决于多种因素，如：野外食物的可得性，动物对食物的捕捉、处理和利用能力，以及活动季节动物生长、繁殖和维持生存所需能量等均会影响其贮能。Ji *et al*.(1996)报道温度对成体北草蜥摄食量、运动能力、消化率和同化效率有显著影响。低温条件下，北草蜥的运动速度慢，捕捉食物能力较弱。繁殖初期，雄性因觅偶和交配行为的发生，雌性因卵的发育，繁殖活动所需能量除来自食物外，还需动用体内贮能，从而导致贮能部位能值下降。据此，我们推断3~5月份北草蜥体内贮能持续下降主要是由于这一时期动物能量呈现负平衡所致。能量(脂肪)贮存与繁殖活动间的负相关见于许多蜥蜴(Telford, 1970; Vitt & Cooper, 1985; Selcer, 1987)。北草蜥繁殖期后(9月份)躯干、肝脏以及腹脂肪体能值明显高于出眠期(3月份)，说明动物冬眠期间由于食物不可得而动用体内贮能维持机体的各项生理活动。6~7月份，环境温度较高，动物对食物

的捕捉、处理和利用能力较强，故躯干、肝脏以及腹脂肪体能值均高于繁殖初期(5月份)。北草蜥躯干、肝脏以及腹脂肪体能值明显的季节变化，显示该种动物主要贮能部位能量的贮存和动用与繁殖和冬眠关系密切。因此，北草蜥体内能量的贮存和动用属于Derickson(1976)提出的第3种类型，即与繁殖和冬眠有关。

北草蜥9月份的躯干及尾能值均高于3～8月份，提示躯干和尾作为主要贮能部位，与繁殖期相比，其能量的贮存和动用与冬眠的关系更为密切。腹脂肪体能值月间变化比其他贮能部位更显著(3、5、8月份的腹脂肪体能值分别占9月份的41.9%、5.0%、18.1%)，说明北草蜥腹脂肪体能量的贮存和动用对繁殖和冬眠均有重要的影响。肝脏的贮能与脂肪、碳水化合物、蛋白质等营养物质的贮量有关。Ji & Wang(1990)发现雌性多疣壁虎在越冬前后和迅速的卵黄沉积期等全年的关键时期，肝脏脂肪含量平均值大于45%，由于无可见的腹脂肪体，其肝脏作为主要贮能部位的作用极为明显。而北草蜥的肝脏占整个躯体的比例较小，作用亦小于其他贮能部位。北草蜥是否因存在腹脂肪体而导致肝脏的作用下降，还有待进一步的研究。

尽管北草蜥主要贮能部位能值的季节性变化在雌、雄成体中都表现出较为共同的规律，但雄体躯干、尾和肝脏相应能值的季节变化幅度小于雌体，这一结果提示北草蜥主要贮能部位的相对重要性在两性之间以及不同季节可能存在差异。

## 参考文献：


Chen B H. 1991. The Amphibian and Reptilian Fauna of Anhui [M]. Hefei: Anhui Publishing House of Science and Technology. [陈壁辉. 1991. 安徽两栖爬行动物志. 合肥：安徽科学技术出版社.]

Cheng H Y. 1988. A review on annual reproductive and energetic patterns of five taxa of lizards in Taiwan for ten years [J]. *Proc. Natl. Sci.*, *B R. O. C*, **11**: 311－321.

Derickson W K. 1974. Lipid deposition and utilization in the sagebrush lizard, *Sceloporus graciosus*: its significance for reproduction and maintenance [J]. *Comp. Biochem. Physiol.*, **49A**: 267－272.

Derickson W K. 1976. Lipid storage and utilization in reptiles [J]. *Amer. Zool.*, **16**: 711－724.

Hahn W E, Tinkle D W. 1965. Fatbody cycling and experimental evidence for its adaptive significance to ovarian follicular development in the lizard, *Uta stansburiana* [J]. *J. Exp. Zool.*, **158**: 79－86.

Ji X. 1993. Seasonal variations of individual conditions and some energy reserves in the gecko, *Gekko japonicus* [J]. *J. Hangzhou Normal Coll.*, **93**(6): 78－83. [计 翔. 1993. 多疣壁虎个体状态及一些贮能部位的季节变化. 杭州师范学院学报，**93**(6)：78－83.]

Ji X, Wang P C. 1990. Annual cycles of lipid contents and caloric values of carcass and some organs of the gecko, *Gekko japonicus* [J]. *Comp. Biochem. Physiol.*, **96A**(2): 267－271.

Ji X, Xu Y G, Zheng X Z. 1994. The major lipid reserves in the skink, *Eumeces chinensis* [J]. *Zool. Res.*, **15**(3): 59－64. [计 翔，徐永根，郑向忠. 1994. 中国石龙子的主要脂肪贮存部位研究. 动物学研究，**15**(3)：59－64.]

Ji X, Du W G, Sun P Y. 1996. Body temperature, thermal tolerance and influence of temperature on sprint speed and food assimilation in adult grass lizards, *Takydromus septentrionalis* [J]. *J. Therm. Biol.*, **21**(3): 155－161.

Selcer K W. 1987. Seasonal variation in fatbody and liver mass of the introduced Mediterranean gecko, *Hemidactylus turcicus*, in Texas [J]. *J. Herpetol.*, **21**: 74－78.

Telford S R. 1970. Seasonal fluctuations in liver and fatbody weights of the Japanese lacertid *Takydromus takydromoides* Schlegel [J]. *Copeia*, **1970**: 681－689.

Vitt L J, Cooper W E Jr. 1985. The relationship between reproduction and lipid cycling in the skink *Eumeces laticeps* with comments on brooding ecology [J]. *Herpetol.*, **41**: 419－432.

Wu Y L, Xu X F. 2000. Comparative research on the major energy reserves in the *Takydromus septentrionalis* and *Eumeces chinensis* [J]. *J. Anhui Normal Univ.*, **23**(2): 140－143. [吴义莲，许雪峰. 2000. 北草蜥和中国石龙子主要储能部位的比较研究. 安徽师范大学学报，**23**(2)：140－143.]

Wu Y L, Xu X F. 2001. Research on the major energy reserves in the lizard, *Takydromus septentrionalis* [J]. *Chin. J. Zool.*, **36**(2): 6－8. [吴义莲，许雪峰. 2001. 北草蜥主要贮能部位研究. 动物学杂志，**36**(2)：6－8.]